

PENGOLAHAN LIMBAH AIR KOLAM RETENSI TAWANG DENGAN TRICKLING FILTER

Herdiana A Radhisty (L2C605143) dan Yoga A Pratihata (L2C605176)

Jurusan Teknik Kimia, Fak. Teknik, Universitas Diponegoro
Jln. Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang, 50239, Telp/Fax: (024)7460058
Pembimbing: Ir. Agus Hadiyanto, MT.

Abstrak

Polder Tawang merupakan suatu sistem untuk memproteksi air limbah dari luar kawasan dan mengendalikan muka air di dalam kota lama. Sistem polder dan kolam tersebut ternyata sering bermasalah. Akhir Juni 2002, warga yang berada di sekitar Tawang mengeluhkan bau busuk dari kolam itu. Air kolam Retensi Tawang mengandung bahan-bahan organik dan anorganik, baik dalam bentuk terlarut, koloid, maupun tersuspensi. Kandungan bahan organik dalam air kolam Retensi Tawang cukup tinggi terkadang menyebabkan bau tak sedap. Hasil analisa terhadap Air kolam Retensi Tawang, menunjukkan bahwa COD = 49,4 mg/l dan BOD = 22 mg/l dengan pH rendah. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan waktu kontak dan kondisi optimum dalam kaitannya dengan efisiensi penurunan kadar COD dengan menggunakan trickling filter. Trickling filter adalah teknik yang baik untuk meningkatkan kontak dari air limbah dengan mikroorganisme pemakan bahan-bahan organik yang mengambil oksigen untuk metabolismenya. Proses pengolahan dilakukan dengan cara mensirkulasi air limbah dilewatkan pada media genting yang telah ditumbuhi oleh mikroorganisme pengurai. Dari percobaan dapat diketahui bahwa kondisi optimum untuk meningkatkan prosentase penurunan COD output dapat diperoleh pada variabel waktu tinggal 48 jam, dengan hidrokarbon 5,2 mg/l.

Kata kunci: *Trickling filter, Limbah Air Kolam, kadar COD*

1. Pendahuluan

Menurut fungsinya Polder Tawang merupakan suatu sistem untuk memproteksi air limbah dari luar kawasan dan mengendalikan muka air di dalam kota lama. Komponen sistem polder ini terdiri dari : tanggul, pintu air, saluran, kolektor, pompa air dan kolam retensi. Di luar permasalahan teknis, pengelolaan sistem polder ini merupakan penanganan yang sulit, terutama dalam menjaga keberhasilan dan pemanfaatan kolam retensi sebaik-baiknya, sehingga kolam dapat dijadikan sebagai penambah daya tarik Kota Lama. Hanya, sistem polder dan kolam tersebut ternyata sering bermasalah. Akhir Juni 2002, warga yang berada di sekitar Tawang mengeluhkan bau busuk dari kolam itu. Proyek Pengembangan Prasarana Sarana Pemukiman (P2PSP) Jateng pun kemudian melakukan penelitian. Hasilnya diketahui bahwa munculnya bau busuk tersebut akibatnya banyaknya ganggang yang mati. Kematian ganggang di kolam Retensi Tawang sebenarnya cukup wajar, mengingat air yang masuk ke kolam itu adalah limbah. Selain dari rumah tangga dan manusia, muncul dugaan ada orang yang sengaja membuang limbah industri ke kolam itu.

Hasil analisa terhadap Air kolam Retensi Tawang, menunjukkan bahwa COD = 49,4 mg/l dan BOD = 22 mg/l dengan pH rendah. Penanganan air kolam Retensi Tawang yang mengandung bahan organik yang tinggi dapat diolah secara biologis yaitu proses aerob atau anaerob. Penanganan secara aerob mempunyai kelemahan antara lain membutuhkan biaya untuk aerasi dan penanganan lumpur. Kelemahan ini dapat diatasi dengan menggunakan Trickling Filter untuk proses aerasi.

Air kolam Retensi Tawang mengandung bahan-bahan organik dan anorganik, baik dalam bentuk terlarut, koloid, maupun tersuspensi. Kandungan bahan organik dalam air kolam Retensi Tawang cukup tinggi terkadang menyebabkan bau tak sedap. Untuk menurunkan kandungan bahan organik, dapat dilakukan pengolahan secara biologis, baik secara aerob maupun anaerob. Pengolahan secara biologis dengan proses aerob sering dilakukan dengan berbagai macam cara yaitu dengan unit Lumpur aktif, kolam oksidasi, trickling filter, lagun aerasi, dan pond oksidasi. Dalam penelitian ini digunakan trickling filter di mana bahan isian berupa media pecahan genting. (Sugiharto, 1987)

2. Metodologi

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan penyiapan bahan-bahan, persiapan alat, proses pembentukan biofilm, proses pengolahan, analisa COD dan analisis hasil. Adapun variabel-variabel yang digunakan adalah :

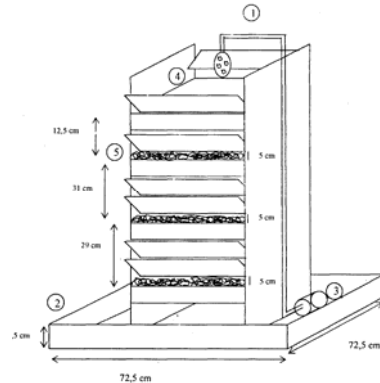
Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan

Bahan utama dalam penelitian ini adalah Pecahan genteng, Limbah air kolam Retensi Tawang, H_3PO_4 , urea, Aquadest, $KMnO_4$, $H_2C_2O_4$, dan H_2SO_4 pekat.

Alat yang Digunakan

Alat yang digunakan meliputi Trickling filter, Pompa celup, Bak umpan, Pipa, Bak penampung, Gelas ukur, Erlenmeyer, Biuret, Statif, Klem, Corong, Beaker glass, Pipet, Pipet Mata, Labu ukur, dan Stop watch.



Keterangan :

1. Influent
2. Bak penampung bawah
3. Pompa sirkulasi
4. Kolom distribusi
5. Rak-rak lapisan film terdiri dari 3 tray

Gambar 1. Rangkaian Alat Trickling filter

Cara Kerja

1. Pembentukan Biofilm :

- a. Merendam pecahan-pecahan genteng dalam air kolam retensi tawang selama 2 minggu.
- b. Menyiapkan peralatan trickling filter dan mengisi setiap tray pada trickling filter dengan pecahan-pecahan genteng yang sudah direndam, sampai ketebalan kurang lebih 5 cm.
- c. Mengisi bak penampung bawah dengan air limbah rendaman genteng.
- d. Menambahkan nutrisi (urea dan H_3PO_4).
- e. Memasang pompa sirkulasi pada bak umpan.
- f. Menghubungkan pompa pada bak umpan dengan bak penampung atas dengan menggunakan pipa.
- g. Pastikan peralatan terpasang sempurna.
- h. Hidupkan pompa, maka cairan limbah akan terpompa dan membasahi bak penampung atas. Pada bak penampung atas ini terdapat lubang-lubang yang berfungsi untuk mendistribusikan aliran lumpur secara merata pada seluruh permukaan tray.
- i. Cairan limbah akan mengalir dan membasahi pecahan genteng pada setiap tray hingga kembali lagi pada bak umpan, lalu dipompa lagi, dan begitu seterusnya sehingga terjadi sirkulasi pada trickling filter.
- j. Biarkan sirkulasi ini berlangsung terus hingga terbentuk biofilm pada permukaan media genteng di setiap tray.

2. Proses pengolahan :

- a. Biarkan sirkulasi terjadi selama beberapa hari sesuai dengan variabel waktu yang telah ditetapkan.
- b. Lakukan analisa COD/8 jam terhadap limbah yang telah ditreatment selama sirkulasi berlangsung.

3. Prosedur Analisa COD :

Standarisasi Larutan $KMnO_4$

- a. Ambil 10 ml larutan $H_2C_2O_4$ 0,01 N dan 5 ml H_2SO_4 4 N, masukkan ke dalam Erlenmeyer.
- b. Panaskan campuran tersebut sampai $70-80^{\circ}C$.
- c. Campuran dititrasi dengan larutan $KMnO_4$ sedikit demi sedikit sampai warna berubah menjadi merah anggur.
- d. Catat kebutuhan titran (a ml).

Analisa COD

- Ambil air limbah sebanyak 1 ml, kemudian diencerkan menjadi 10 ml, lalu dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 100 ml.
- Tambahkan 5 ml H_2SO_4 4 N ke dalam Erlenmeyer dan larutan $KMnO_4$ hasil standarisasi sebanyak a ml, dipanaskan hingga mendidih selama 10 menit.
- Tambahkan 10 ml $H_2C_2O_4$ 0,01 N pertahankan suhu 70-80°C.
- Titration dengan larutan $KMnO_4$ standard sampai tercapai titik akhir titrasi (b ml).
- $COD_{mn} : \frac{((a+b).N_{KMnO_4} - (V.N)H_2C_2O_4)}{ml\ sampel} \times 8000$

Variabel tetap

Variabel tetap yang digunakan dalam penelitian ini meliputi suhu kamar, jenis alat kontak, jenis bahan isi Trickling Filter, jenis limbah, dan laju alir limbah.

Variabel berubah

Variabel berubah yang digunakan meliputi COD awal air kolam retensi 49,4; 34,9; 27,5; 15,4; 9,9; 5,2 mg/l dan waktu tinggal limbah pada Trickling Filter 8; 16; 24; 32; 40; 48 jam.

Respon Pengamatan

Respon yang diambil adalah : Semakin terjadi penurunan COD awal, maka persentase penurunan COD akhir juga semakin bertambah kecil.

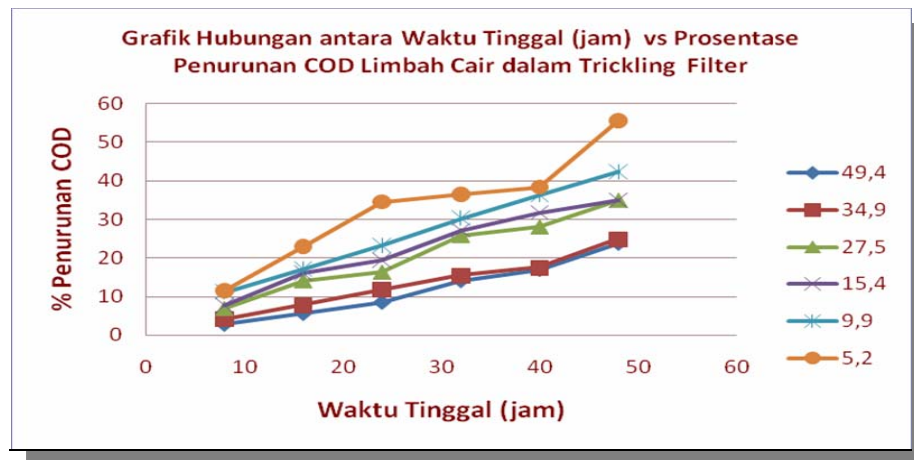
3. Hasil dan Pembahasan

Dari penelitian yang sudah dilakukan di laboratorium, dapat dilaporkan bahwa : Laju peruraian bahan organik COD_{mn} total sebagai fungsi waktu tinggal setelah dilakukan perlakuan secara aerob dengan menggunakan “Trickling Filter” menghasilkan data sebagai berikut:

Tabel. 1. Prosentase Penurunan COD Limbah Cair pada Tray Terakhir dalam Trickling Filter

COD Input	Waktu Tinggal (Jam)	Tray 3	
		COD Output %	Penurunan COD
49.4	8	48	2.8
	16	46.6	5.6
	24	45.2	8.5
	32	42.4	14.1
	40	41	17
	48	37.6	23.8
34.9	8	33.5	4
	16	32.2	7.7
	24	30.8	11.7
	32	29.5	15.4
	40	28.8	17.4
	48	26.2	24.9
27.5	8	25.6	6.9
	16	23.6	14.1
	24	23	16.3
	32	20.4	25.8
15.4	40	19.8	28
	48	17.9	34.9
	8	14.2	7.7
	16	12.9	16.2
	24	12.4	19.4
9.9	32	11.2	27.2
	40	10.5	31.8
	48	10	35
	8	8.8	11.1
	16	8.2	17.1
5.2	24	7.6	23.2
	32	6.9	30.3
	40	6.3	36.3
	48	5.7	42.4
	8	4.6	11.5
	16	4	23
	24	3.9	34.6
	32	3.7	36.5
	40	3.6	38.4
	48	2.3	55.7

Gambar. 1. Kadar COD_{mn} Output pada berbagai waktu tinggal pada tray terakhir dalam Trickling Filter



Pembahasan

Pada gambar. 1. diatas dapat dilihat bahwa Pada Trickling filter terjadi penguraian bahan organik yang terkandung dalam limbah. Penguraian ini dilakukan oleh mikroorganisme yang melekat pada filter media dalam bentuk lapisan biofilm. Pada lapisan ini bahan organik diuraikan oleh mikroorganisme aerob, sehingga nilai COD menjadi turun. Pada proses pembentukan lapisan biofilm, agar diperoleh hasil pengolahan yang optimum maka dalam hal pendistribusian larutan air kolam retensi Tawang pada permukaan media genteng harus merata membasahi seluruh permukaan media. Hal ini penting untuk diperhatikan agar lapisan biofilm dapat tumbuh melekat pada seluruh permukaan genteng.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa semakin lama waktu tinggal, maka nilai COD akhir semakin turun (prosentase penurunan COD semakin besar). Hal ini disebabkan semakin lama waktu tinggal akan memberi banyak kesempatan pada mikroorganisme untuk memecah bahan-bahan organik yang terkandung di dalam limbah. Di sisi lain dapat diamati pula bahwa semakin kecil nilai COD awal (sebelum treatment dilakukan) akan menimbulkan kecenderungan penurunan nilai COD akhir sehingga persentase penurunan CODnya meningkat seperti yang ada pada grafik 4.6. Karena dengan COD awal yang kecil ini, kandungan bahan organik dalam limbah pun sedikit, sehingga bila dilewatkan trickling filter akan lebih banyak yang terurai akibatnya COD akhir turun. Begitu pula bila diamati dari sisi jumlah tray (tempat filter media). Semakin banyak tray, upaya untuk menurunkan kadar COD akan semakin baik. Karena dengan penambahan jumlah tray akan memperbanyak jumlah ruang / tempat bagi mikroorganisme penurai untuk tumbuh melekat. Sehingga proses penguraian oleh mikroorganisme akan meningkat dan proses penurunan kadar COD semakin bertambah. Jadi prosen penurunan COD optimum diperoleh pada tray ke 3.

Permukaan media bertindak sebagai pendukung mikroorganisme yang memetabolisme bahan organik dalam limbah. Penyaring harus mempunyai media sekecil mungkin untuk meningkatkan luas permukaan dalam penyaring dan organisme aktif yang akan terdapat dalam volume penyaring akan tetapi media harus cukup besar untuk memberi ruang kosong yang cukup untuk cairan dan udara mengalir dan tetap tidak tersumbat oleh pertumbuhan mikroba. Media berukuran besar seperti genteng (tanah liat kering) berukuran 2-4 in akan berfungsi secara maksimal. Media yang digunakan berupa genteng dikarenakan lahan diatas permukaan genteng cenderung berongga dibanding media lain yang biasa mensuplai udara dan sinar matahari lebih banyak daripada media lain yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroba pada genteng.

Pada penelitian ini, efisiensi Trickling Filter dalam penurunan COD tidak dapat menurunkan sampai 60% dikarenakan :

- Aliran air yang kurang merata pada seluruh permukaan genteng karena nozzle yang digunakan menyumbat aliran air limbah karena tersumbat air kolam retensi Tawang.
- Supplay oksigen dan sinar matahari kurang karena trickling filter diletakkan didalam ruangan sehingga pertumbuhan mikroba kurang maksimal.

Dalam penumbuhan mikroba distribusi air limbah dibuat berupa tetesan agar air limbah tersebut dapat memuat oksigen lebih banyak jika dibanding dengan aliran yang terlalu deras karena oksigen sangat diperlukan mikroba untuk tumbuh berkembang

4. Kesimpulan

Dari data-data percobaan yang telah dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Semakin lama waktu kontak antara air limbah dengan biofilm, maka prosentase penurunan terhadap COD limbah semakin meningkat.
2. Kondisi optimum yang dibutuhkan untuk meningkatkan prosentase penurunan kadar COD output adalah pada variable waktu kontak selama 48 jam dan kadar COD awal pada aquadest murni sebanyak 5,2 mg/l.

Saran

1. Diharapkan pada saat proses pembentukan lapisan biofilm secara teliti.
2. Pada saat pengambilan sampel diharapkan waktu kontak antara air limbah dengan biofilm dijaga konstan.

Ucapan Terima kasih

Pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada Ir. Herry Santosa selaku koordinator penelitian, Ir. Agus Hadiyanto, MT. selaku dosen pembimbing, Ir. Abdullah, MS. PhD. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia UNDIP Semarang, Dan penanggung jawab laboratorium penelitian dan semua pihak yang telah membantu sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Penyusun menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, namun demikian semoga makalah ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat diterima sebagai sumber pemikiran demi kemajuan ilmu pengetahuan.

Daftar Pustaka

Sugiharto, 1987, "*Dasar – Dasar Pengolahan Air Limbah*", Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
Alaerts & Santika, Sri S, 1984, "*Metoda Penelitian Air*", Penerbit Usaha Nasional, Surabaya.
Husein, S. K, 1974, "*Text Book of Water Supply and Sanitary Engineering*", Gulab Primlani, Oxford & IBH Publishing Co. 66 Japanth, New Delhi.
Steel & Terence, 1953, "*Water Supply and Sewerage*", edisi kelima, Mc Graw Hill, Kogakusha.